

## Compression Image by Using Iterated Function Systems

Basil Y. Al-khayat

Mahasin Thabit Younis

mahasinthabit@uomosul.edu.iq

College of Computers Sciences and mathematics

University of Mosul

Received on: 30/5/2011

Accepted on: 2/11/2011

### ABSTRACT

This research was in the compression digital images using the iterative function and applied to grayscale images, color images and then re-pressed image decoding. Matlab language is used for programming the system, the proposed algorithms have been applied to a number of images and the results show the efficient and accurate of the proposed algorithms. The method of compressing using iterative function systems methods are from loss compressing methods the advantage of these method by high compressing rate and this was confirmed by the results obtained have been getting a good percentage of the compressing and the quality is good and clear.

**Keywords:** Fractal Compression, Iterated Function Systems, Image Processing.

كبس الصور الرقمية باستخدام أنظمة الدالة التكرارية

محاسن ثابت يونس

باسل يونس ذنون

كلية علوم الحاسوب والرياضيات، جامعة الموصل

تاريخ قبول البحث: 2011/11/02

تاريخ استلام البحث: 2011/05/30

### الملخص

تم في هذا البحث كبس الصور الرقمية باستخدام الدالة التكرارية وتطبيقها على صور ذات تدرج رمادي وصور ملونة ومن ثم إعادة فك الصور المكبوسة. تم استخدام لغة Matlab لبرمجة النظام، تم تطبيق الخوارزميات المقترحة على عدد من الصور وتبين من خلال النتائج كفاءة ودقة الخوارزميات المقترحة. إن طريقة الكبس باستخدام أنظمة الدالة التكرارية هي من طرائق الكبس بالفقدان لذلك تمتاز هذه الطريقة بنسبة الكبس العالية وهذا ما تم تأكيده من خلال النتائج التي تم الحصول عليها حيث تم الحصول على نسبة جيدة للكبس ونوعية جيدة وواضحة.

**الكلمات المفتاحية:** الكبس الكسوري، أنظمة الدالة التكرارية، معالجة الصور.

### 1- المقدمة:

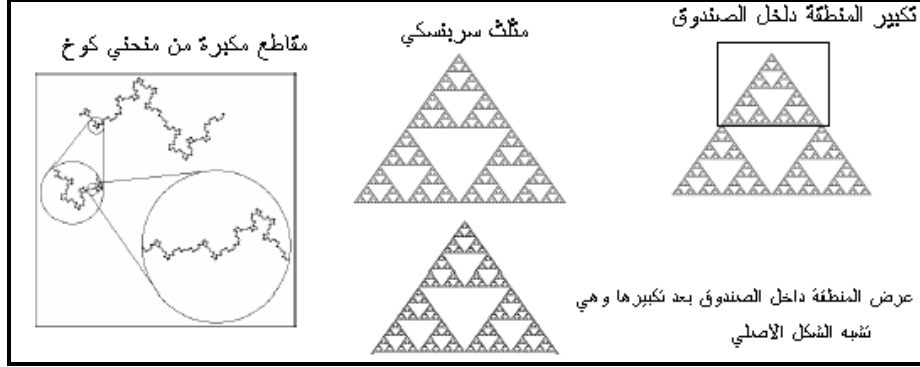
يُعد علم الكسوريات من العلوم الحديثة التي ظهرت في العقدين الأخيرين من القرن العشرين وهو علم متميز تدخل تطبيقاته في شتى مجالات الحياة الواقعية. إن مصطلح Fractals مأخوذ من الكلمة اللاتينية "Fractus" التي تترجم إلى "غير منتظم Irregular" أو "محطم Fragmented"<sup>[13]</sup>.

الكسوريات هي الأشكال التي تعرض التشابه الذاتي تحت أي مقياس من مقاييس التكبير، ويمكن بناؤها بفكرة بسيطة (الصورة التي تتكرر على مقاييس صغيرة جداً).

أصبحت الكسوريات تشغل اهتمام الكثيرين منذ ظهور الحاسوب. تعرض الكثير من صور الطبيعة التشابه الذاتي. على سبيل المثال، زهرة القرنبيط Cauliflower، أوراق السرخس، الجبال، الأشجار، الغيوم، وتشابك الأوعية الدموية في أجسامنا، جميعها تمتلك بنية كسورية<sup>[10]</sup>.

### 2- خاصية التشابه - الذاتي Self-Similarity

تُعد خاصية التشابه-الذاتي صفة مميزة للكسوريات Fractals، والتي تعني عشعشة لانهاية Infinite Nesting من التراكيب على كل المقاييس التي تُشير إلى أنه عند عرض جزء ثانوي من الشكل فإنه يُشبه هيكلاً علوياً في الشكل نفسه<sup>[3]</sup>.



الشكل (1). خاصية التشابه-الذاتي لمقاطع مكبرة من أشكال كسورية.

### 3- كبس الصور الرقمية باستخدام أنظمة الدالة التكرارية

تُعد عملية إرسال البيانات وتخزينها من العمليات المكلفة. فكلما زادت كمية المعلومات التي تتعامل معها ارتفعت الكلفة.

إن هدف كبس الصور الرقمية تقليل حجم ملف البيانات في الوقت الذي يتم فيه الاحتفاظ بالمعلومات الضرورية<sup>[13]</sup>، أي إن الهدف الرئيسي من كبس الصورة هو تمثيل الصورة بأقل عدد محتمل من bits مع الحفاظ على مستوى الوضوح level of intelligibility<sup>[1]</sup>. هناك نوعان من طرائق الكبس وهما الكبس بدون فقدان Lossless والكبس بفقدان ومن أشهر خوارزميات الكبس بدون فقدان:

1. Run Length Code (RLC).
2. Huffman Coding.
3. Lemple Ziv Wett (LZW).
4. Arithmetic Coding.

أما أشهر خوارزميات الكبس بفقدان فهي:

1. تحويلات الموجة Wavelet Transform.
2. المكمم الاتجاهي Vector Quantization.
3. الشجرة التنبؤية Zerotree.
4. الكبس الكسوري Fractal Compression.

تعد أنظمة الدالة التكرارية Iterated Function Systems والتي يرمز لها اختصاراً بـ (IFS) الأساس وراء تطور مفهوم كبس الصور باستخدام الهندسة الكسورية إن الفكرة الأساس لأنظمة الدوال التكرارية هي إنشاء مجموعة من التحويلات التقلصية بوصفها تطبيقات تآلفية Affine، بالاعتماد على الصورة المراد إنشاؤها. إذا كانت تلك التحويلات تقلصية، فعند تطبيق أنظمة الدوال التكرارية على الصورة سينتج في النهاية جاذب Attractor ذلك التطبيق، والذي يعني بمصطلح آخر البحث عن دالة التطبيق المتقلصة<sup>[7]</sup>.

تبدأ طريقة الكبس باستخدام IFS بتقسيم الصورة إلى أجزاء تسمى كتل المدى range blocks بعدها تنجز عمليات المطابقة بين كل تقسيم من تقسيمات المدى وتقسيمات أخرى للصورة تسمى المجال domain. ثم تنتج تحويلات تألفية من المجال إلى المدى هذه التحويلات يمكن أن تشكل الصورة المكبوسة<sup>[5]</sup>. تكمن الفكرة الرئيسية في تقسيم فضاء الصورة مرتين: مرة إلى كتل المدى التي تكون غير متداخلة nonoverlapping بحجم  $P \times P$  (P: مختصر Pixel) ومرة إلى كتل المجال  $2P \times 2P$ ، يحمل كل من التقسيمين المعنى الهندسي نفسه إذ يغطيان الصورة الأصلية، ثم نقوم بإيجاد تطابق التحويل بين المدى والمجال بواسطة تحويلات محددة مثل: دوران، قلب، ... الخ. في النهاية تم تعريف واحد من تحويلات التطبيق من خلال متغيرين هما: القياس (scaling) والإزاحة (offset). أن عملية كبس الصورة تتم من خلال مطابقة كل كتلة من المدى بجميع كتل المجال لإيجاد الكتل المتشابهة<sup>[15]</sup>. تجري عملية المطابقة بين كتل المدى وكل كتلة من كتل المجال ليتم الحصول على كتلة مجال مطابقة لكتلة المدى. إن الهدف من عملية المطابقة هي الحصول على أفضل كتلة مجال مطابقة لكتلة المدى باستخدام التحويلات التألفية.

#### 4- الأعمال السابقة

إن العديد من الطرائق التي استخدمت لمعالجة الصور الرقمية كانت تعتمد مفاهيم الهندسة الكسورية، ولاسيما في استخراج البعد الكسوري للصورة. وفيما يأتي بعض ما تمت مراجعته من أعمال الباحثين في مجال الكسوريات والبعد الكسوري:

وفي عام 2001 قدّم كل من Malay K, Kundu و C, A, Murthy و Suman K, Mitra و Bhargab B. Bhattacharya بحثاً حول كبس الصور الكسورية باستخدام احتمالية أنظمة الدالة التكرارية، لإمكانية تعريف عوامل ماركوف المرافقة لقياس الاحتمالية المجهزة للصورة المعطاة<sup>[14]</sup>.

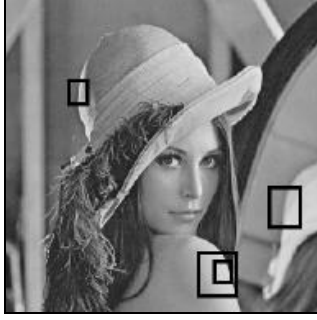
في عام 2004 قدّمت الباحثة إخلاص عبد الجبار الطائي رسالة ماجستير حول "تمييز الأشياء الطبيعية في الصور الرقمية" من خلال تحليل نسيج الصورة باستخدام الهندسة الكسورية وحساب البعد الكسوري لنسيج الصورة، ثم تقطيع الصورة بالاعتماد على قيم البعد الكسوري.

وفي العام نفسه قدمت الباحثة شيماء مضر يوسف النوري رسالة ماجستير حول "تقطيع الصور الرقمية باعتماد تحويل الموجة والكسوريات" لفهم مدى تأثير التحليل متعدد الدقة لتحويل الموجة على التقطيع الكسوري للصور الرمادية، من خلال استخدام خوارزمية تغير البعد لحساب البعد الكسوري لنقاط الصورة الأصلية إلى جانب نقاط الصور التي يتم تفكيكها من الصورة الأصلية باستخدام تحويل الموجة، ثم فصل أنسجة الصورة بالاعتماد على قيم البعد الكسوري التي تم حسابها ودراسة الفرق في النتائج .

في عام 2005 قدّم كل من Fellper Aquino و Aura Conci بحثاً حول ترميز الصور بالاعتماد على البعد المحلي للصور الكسورية، وتصنيف الصورة بالاعتماد على البعد الكسوري وذلك لتقليل وقت الترميز<sup>[2]</sup>.

#### 5- التشابه الذاتي في الصور

في الشكل (1) الذي يمثل صورة لنا لا نلاحظ أي نوع من التشابه الذاتي التي تتصف بها الكسوريات تحتوي على تحويلات مقارنة بالمعنى الحرفي. ولكن في الحقيقة هذه الصورة تحتوي على نوع مختلف من التشابه الذاتي.



الشكل (2): التشابه الذاتي في صورة لينا.



الشكل (1): صورة Lena الأصلية  
(256×256 pixel).

الشكل (2) يظهر عينات لمناطق من صورة "لينا" متشابهة عند مختلف المقاسات: فجزء من الكتف يحتوي على مناطق متداخلة تكون على الأغلب متشابهة، وكذلك فإن الجزء المنعكس على المرآة من القبعة مشابه (بعد التحويلات) لجزء من قبعتها. إن فرق هذا النوع من التشابه الذاتي هو أن الصورة بدل أن تُشكّل من التكرار الكامل لنفسها، فإنها هنا تشكل من تحويلات مناسبة لأجزاء الصورة نفسها<sup>[12]</sup>. هذه الأجزاء المحولة ليست متطابقة مع بعضها، بشكل عام لتكوين نسخة مضبوطة من الصورة الأصلية، يجب أن نسمح لبعض الخطأ في تمثيلنا للصورة بمجموعة من التحويلات. هذا يعني أن الصورة التي تمثل بمجموعة من التحويلات لن تكون نسخة مماثلة من الصورة الأصلية عند استرجاعها في عملية فك الكبس لكن سوف تكون مقاربة لها<sup>[4]</sup>.

## 6- التحويلات التقلصية والتآلفية

في الرسم الحاسوبي تبنى الصورة الثنائية البعد 2D جزءاً بعد جزء ثم يتم تحريرها بشكل مقنع، هذا التحرير ينجز باختيار الشكل (جزء من الرسم) إذ يتم تطبيق التحويل عليه. تقود التحويلات المختلفة إلى جواذب Attractors مختلفة (الصور النهائية)، على شرط أن تكون هذه التحويلات تقلصية، والتي تعني: للتحويل  $w$  فإن أي نقطتين  $P_1$  و  $P_2$  يجب أن تكونا أكثر تقارباً في الصورة المستسخة عما هما عليه في الصورة الأصلية. إن المسافة بين نقطتين يجب أن تحقق الشرط الآتي لتكون متقلصة<sup>[3]</sup>:

$$d(w(P_1), w(P_2)) < s \cdot d(P_1, P_2) \text{ for } s < 1. \quad \dots(1)$$

في حالة المستوي، إذا كانت النقطتان تملكان الإحداثيات  $P_1(x_1, y_1)$  و  $P_2(x_2, y_2)$  فإن المسافة الإقليدية بينهما تحسب من العلاقة الآتية:

$$d(P_1, P_2) = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}. \quad \dots(2)$$

إن هذا الشرط طبيعي وجلي، لأنه إذا كانت التحويلات غير تقلصية، فإن النقاط في الصورة المستسخة سوف تكون متباعدة، وسوف يترتب على ذلك أن تكون الصورة النهائية غير متناهية الحجم. باستثناء هذا الشرط فإن التحويلات يمكن أن تأخذ أي صيغة، من الناحية العملية كما ذكرنا سابقاً فإن التحويل يمكن أن يكون تآلفياً، سيكون كافياً لتكوين مجموعة من الجواذب Attractors<sup>[4]</sup>.

$$w_i \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_i & b_i \\ c_i & d_i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_i \\ f_i \end{bmatrix}. \quad \dots(3)$$

حيث أن  $w_i$  تمثل التحويل،  $x$  و  $y$  تمثل إحداثيات نقطة من الصورة،  $a_i$  ،  $b_i$  ،  $c_i$  ،  $d_i$  ،  $e_i$  و  $f_i$  تمثل

معاملات التحويل.

التحويلات التقلصية لها صفة مقنعة، وهي أن هذه التحويلات إذا طبقت مرارا وتكرارا، فإنها سوف تقترب من نقطة معينة، هذه النقطة تبقى ثابتة مهما كررنا عملية التحويل<sup>[16]</sup>.

عادةً التحويلات المثالية التي تطبق على الصورة هي التحويلات الموضحة في الشكل (3) وهي النقل translation والانعكاس reflecting أو التقليل flipping والقص shearing<sup>[8]</sup>. ويمكن تطبيق التحويل على كل نقطة ضوئية في الشكل فضلاً عن ذلك يمكن تطبيق التحويل على بعض النقاط الرئيسية التي تُعرف الشكل بالكامل (الزوايا الأربعة في المستطيل)<sup>[10]</sup>.

**التعريف (1): نظام الدالة التكرارية:**

إذا كان  $(X, d)$  فضاء مترياً كاملاً، فإن نظام الدالة التكرارية IFS لهذا الفضاء هو تجمعات من التطبيقات التقلصية ويمكن أن يعبر عنها بالشكل الآتي:

$$w_i = x \rightarrow x, \text{ for } i = 1, 2, 3, \dots, n \quad \dots(4)$$

**التعريف (2): شرط ليبشتز:**

إذا افترضنا أن  $(X, d)$  فضاء متري. فإن التطبيق  $w : X \rightarrow X$  هو تطبيق Lipschitz يمتلك عامل  $S$  يسمى Lipschitz factor ، إذا وجدت قيمة حقيقية موجبة بحيث أن:

$$d(w(x), w(y)) \leq s d(x, y), \forall x, y \in X.$$

إذا كان ثابت ليبشتز يحقق  $S < 1$  فإن  $W$  تطبيق تقلصي بعامل التقليل  $S$ <sup>[17]</sup>.

## 7- المخطط العام لكبس الصور الرقمية

لغرض كبس الصور الرقمية ذات التدرج الرمادي، يتم تقسيم الصورة إلى كتل المدى. وهناك كتل أكبر منها تسمى كتل المجال. للتعامل مع مستويات التدرج الرمادي فإن الإضاءة luminance لكل نقطة ضوئية يجب أن تقاس حسب المعادلة الآتية<sup>[2]</sup>:

$$z' = s_i z + o_i \quad \dots(5)$$

باستخدام المعادلة السابقة نجد أقل خطأ تقريبي لكتلة المجال باستخدام التحويل التآلفي لتقليل mse، ويمكن حساب الشدة الضوئية contrast  $s_i$  والتدرج اللوني brightness  $o_i$  من المعادلة (5).

لنكن  $z' = f'(x, y)$  قيمة النقطة الضوئية في كتلة المدى  $R_i$ ، وبما أن كتلة المجال حجمها أكبر بمرتين من كتلة المدى لذلك يكون من الضروري إجراء تحويل قياس لكتلة المجال باستخدام عوامل القياس وذلك بأخذ العينات الجزئية Subsampling لكتلة المجال. نرسم للمجال الذي تم استخدام تحويل القياس عليه  $R'_i$  والذي أصبح حجمه  $B \times B$ .

بعدها يتم قياس المسافة بين  $R_i$  و  $R'_i$  وذلك باستخدام دالة معدل مربع الخطأ mse التي تعطى بالمعادلة الآتية<sup>[6]</sup>:

$$mse = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (R_i(x, y) - R'_i(x, y))^2 \quad \dots(6)$$

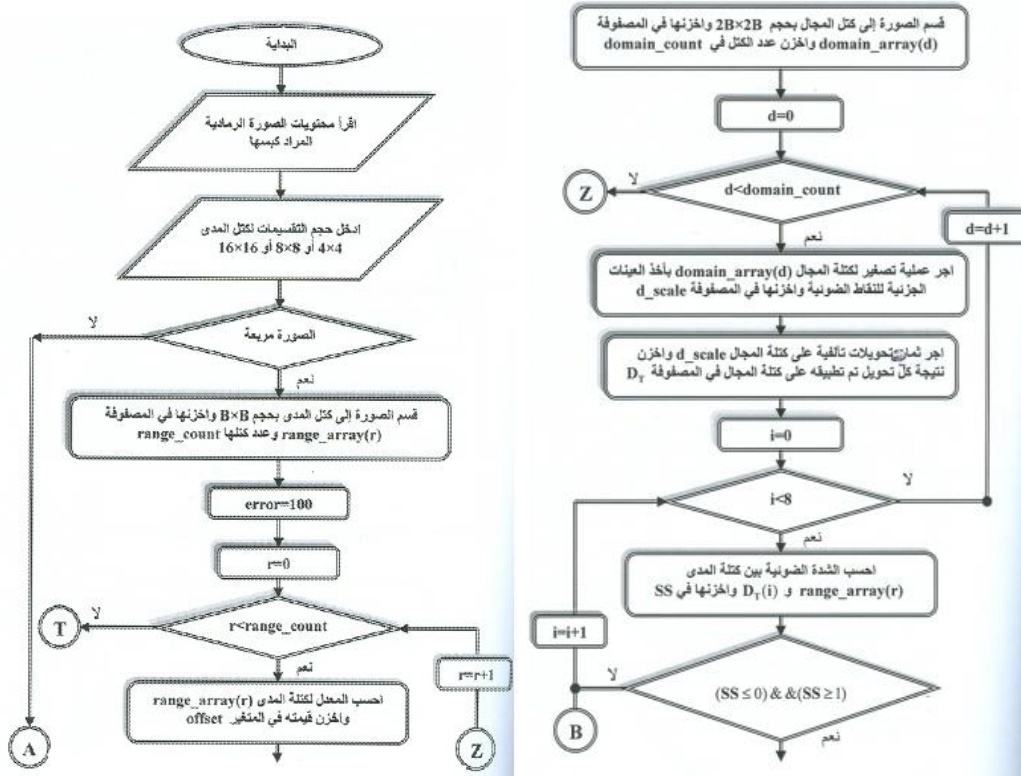
$$s_i = \frac{m \sum_{j=1}^m d_{ij} r_{ij} - \sum_{j=1}^m d_{ij} \sum_{j=1}^m r_{ij}}{m \sum_{j=1}^m d_{ij}^2 - \sum_{j=1}^m (d_{ij})^2} \dots(7)$$

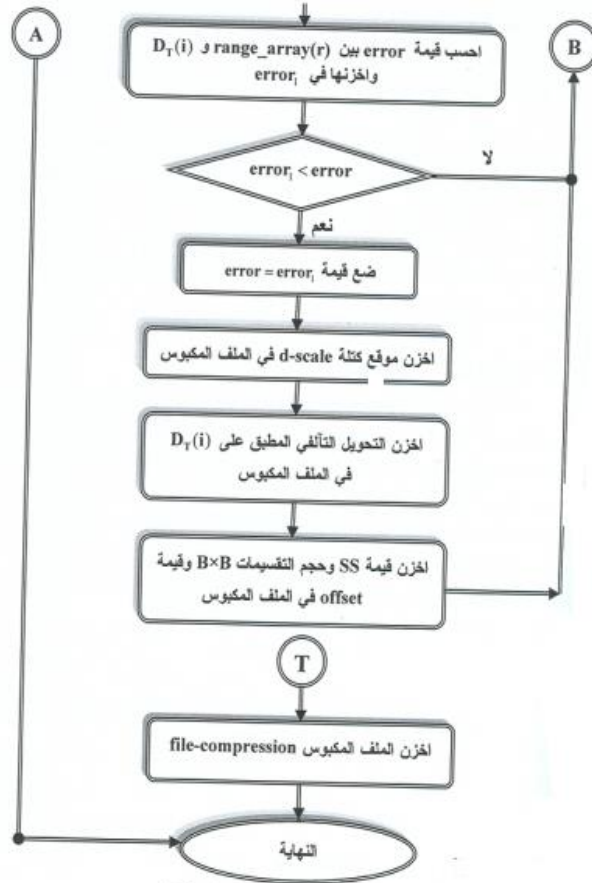
$$o_i = \frac{1}{m} \left[ \sum_{j=1}^m r_{ij} - s_i \sum_{j=1}^m d_{ij} \right] \dots(8)$$

لكل  $i=1, 2, 3, \dots, N$ ، إذ أن كلاً من  $d_{ij}$  و  $r_{ij}$  في المعادلات السابقة تمثل كثافة intensities النقاط الضوئية في كتلة المدى وكتلة المجال التي تحولت إلى كتلة مدى على التوالي وان  $m=B \times B$  التي تمثل عدد النقاط الضوئية في كتلة المدى [16].

### 8- خوارزميات كبس الصور الرقمية باستخدام أنظمة الدالة التكرارية

#### 1-8 الخوارزمية (1): خوارزمية كبس الصور ذات التدرج الرمادي باستخدام أنظمة الدالة التكرارية.





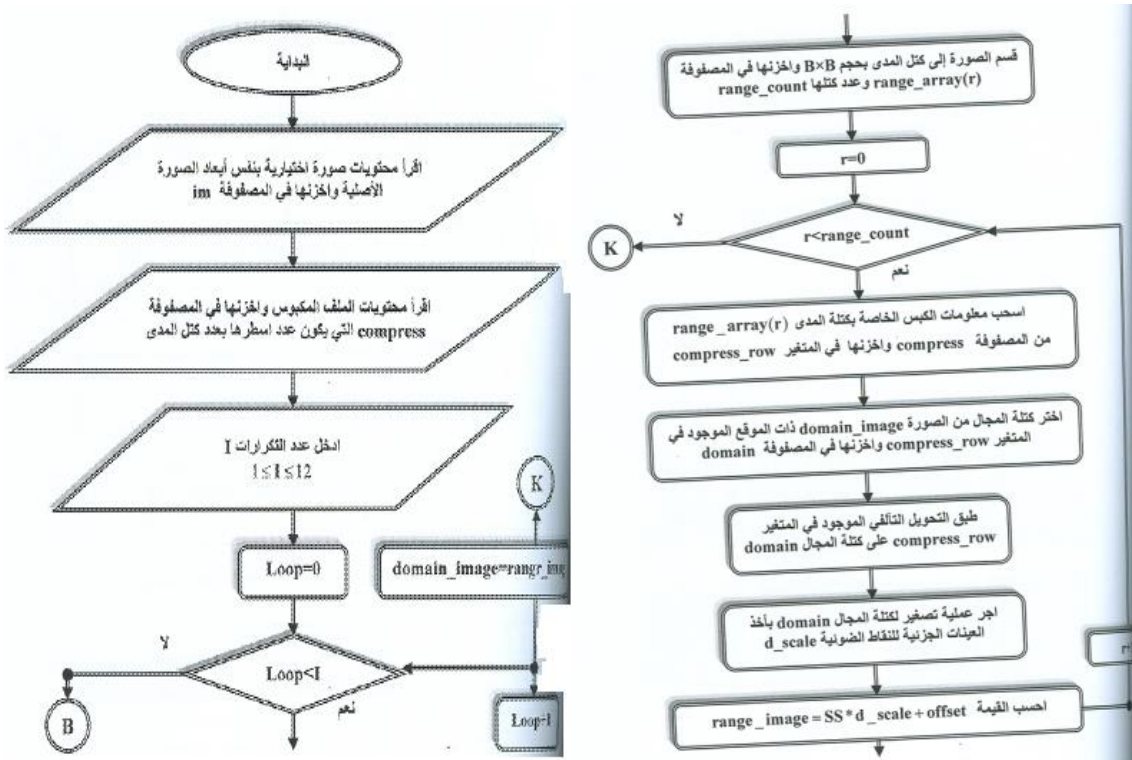
## 2-8 الخوارزمية (2): خوارزمية كبس الصور الملونة باستخدام أنظمة الدالة التكرارية

يتم تحليل الصورة الرقمية الملونة (color image) إلى ثلاث (شرائح) منفصلة وهي الصورة ذات التدرجات الحمراء (Red image) والصورة ذات التدرجات الخضراء (Green image) والصورة ذات التدرجات الزرقاء (Blue image)، وتكون قيم النقاط الضوئية للصور الثلاث الناتجة ما بين (0,255) ثم يطبق برنامج الكبس على كل واحدة من هذه الصور الناتجة من تحليل الصورة الملونة وتعامل كل صورة من هذه الصور على أنها صورة رمادية وتطبق عليها العمليات المذكورة في الخوارزمية (1) وبعد أن يتم كبس كل واحدة من هذه الشرائح يتم دمج الشرائح السابقة فيكون الناتج صورة ملونة.

## 9- فك الكبس للصور الرقمية Image Decompression

تعد عملية فك كبس المعلومات المخزونة في الملف الكسوري المكبوس اقل تعقيداً من عملية الكبس. إن عملية استرجاع الصورة من الصورة المكبوسة تتم بتكرار التحويل على صورة اختيارية لها نفس أبعاد الصورة الأصلية.

خوارزمية فك الكبس



10- التطبيق العملي

تم التطبيق العملي للخوارزميات السابقة على أربع وثلاثين عينة مختلفة لصور من مدينة الموصل ونظراً لكونها تعطي النتائج نفسها اكتفينا بعرض النتائج التالية لصورة (آثار الحضرة). وكانت جميع الصور التي تم عرضها في الشكل (4) بحجم  $128 \times 128$  نقطة ضوئية، علماً أن الزمن مُقاس بالدقيقة أما المقياس PSNR تم قياسه بوحدة (dB/ديسبل).



الصورة الرابعة



الصورة الثالثة



الصورة الثانية



الصورة الأولى



الصورة الرابعة



الصورة الثالثة



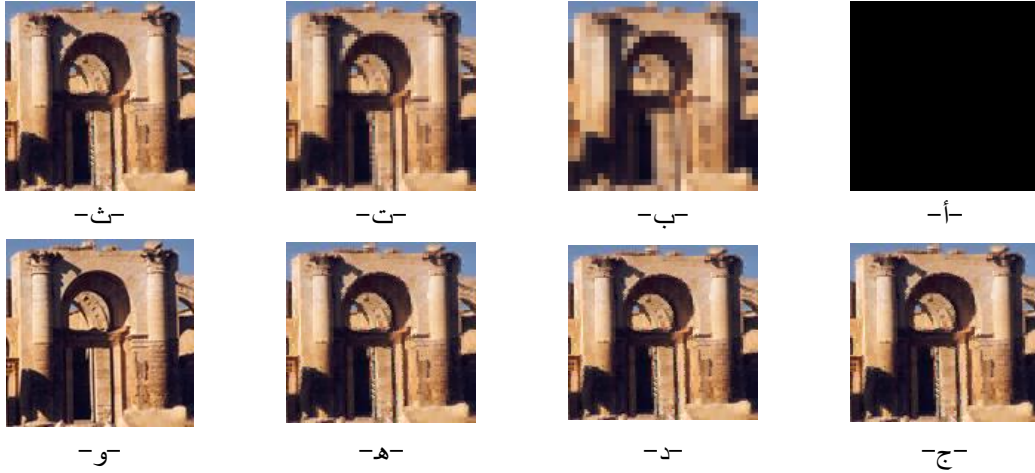
الصورة الثانية



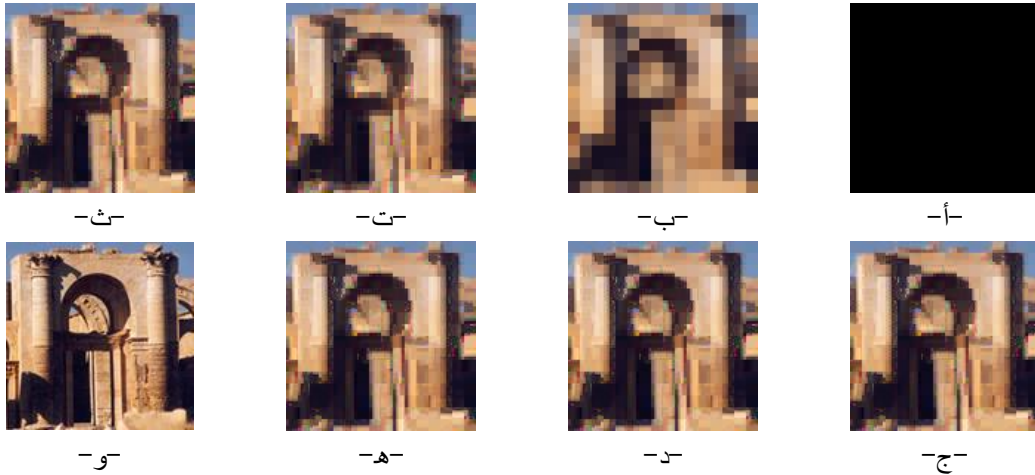
الصورة الأولى

الشكل (4): الصور الرمادية والصور الملونة





الشكل (5): أ- صورة اختيارية، ب- التكرار الأول، ت- التكرار الثاني، ث- التكرار السادس، ج- التكرار الثامن، د- التكرار العاشر، هـ- التكرار الثاني عشر (للتقسيمات بحجم  $4 \times 4$ ) ، و- الصورة الأصلية.



الشكل (6): أ- صورة اختيارية، ب- التكرار الأول، ت- التكرار الثاني، ث- التكرار السادس، ج- التكرار الثامن، د- التكرار العاشر، هـ- التكرار الثاني عشر (للتقسيمات بحجم  $8 \times 8$ ) ، و- الصورة الأصلية.



الشكل (7): أ- صورة اختيارية، ب- التكرار الأول، ت- التكرار الثاني، ث- التكرار السادس، ج- التكرار الثامن، د- التكرار العاشر، هـ- التكرار الثاني عشر (للتقسيمات بحجم  $16 \times 16$ ) ، و- الصورة الأصلية.

**الجدول (1):** نتائج التكرار الأول التي تم الحصول عليها من عملية فك الكبس لصورة ملونة بحجم 128×128 (آثار الحضر).

المتغيرات	التقسيمات بحجم 4×4	التقسيمات بحجم 8×8	التقسيمات بحجم 16×16
الوقت المستغرق لعملية الكبس	21.8458	1.6102	0.1388
الوقت المستغرق لعملية فك الكبس	0.0177	0.0065	0.0042
حجم الصورة بعد الكبس	11.2KB	3.2KB	1.27KB
قيمة SNR	13.1934	10.4454	8.1007
قيمة PSNR	30.3385ds	29.0734ds	27.8943ds

**الجدول (2):** نتائج التكرار الرابع التي تم الحصول عليها من عملية فك الكبس لصورة ملونة بحجم 128×128.

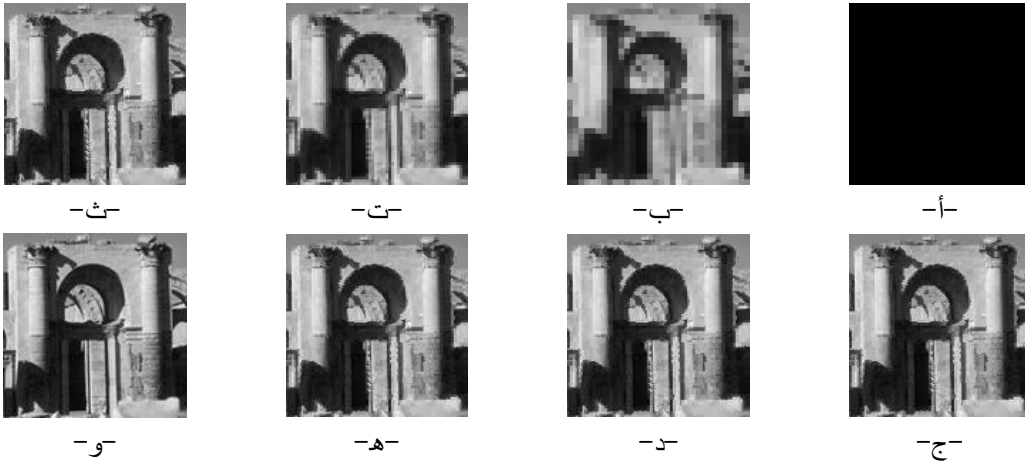
المتغيرات	التقسيمات بحجم 4×4	التقسيمات بحجم 8×8	التقسيمات بحجم 16×16
الوقت المستغرق لعملية الكبس	21.8458	1.6102	0.1388
الوقت المستغرق لعملية فك الكبس	0.0521	0.0203	0.0120
حجم الصورة بعد الكبس	11.2KB	3.2KB	1.27KB
قيمة SNR	18.0932	13.5625	10.2216
قيمة PSNR	32.5451ds	30.5569ds	28.5026ds

**الجدول (3):** نتائج التكرار الثامن التي تم الحصول عليها من عملية فك الكبس لصورة ملونة بحجم 128×128.

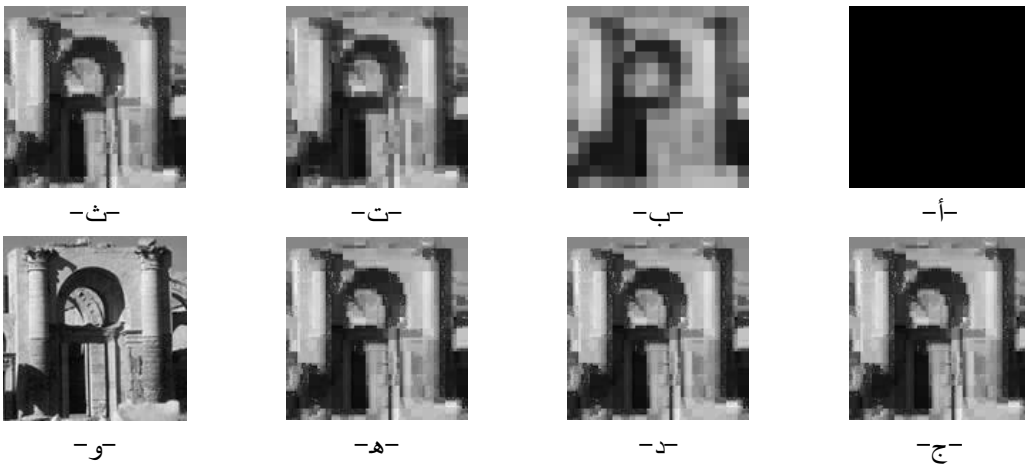
المتغيرات	التقسيمات بحجم 4×4	التقسيمات بحجم 8×8	التقسيمات بحجم 16×16
الوقت المستغرق لعملية الكبس	21.8458	1.6102	0.1388
الوقت المستغرق لعملية فك الكبس	0.1250	0.0404	0.0159
حجم الصورة بعد الكبس	11.2KB	3.2KB	1.27KB
قيمة SNR	18.1049	13.9906	10.3068
قيمة PSNR	32.6641ds	30.4389ds	28.5488ds

**الجدول (4):** نتائج التكرار الثاني عشر التي تم الحصول عليها من عملية فك الكبس لصورة ملونة بحجم 128×128.

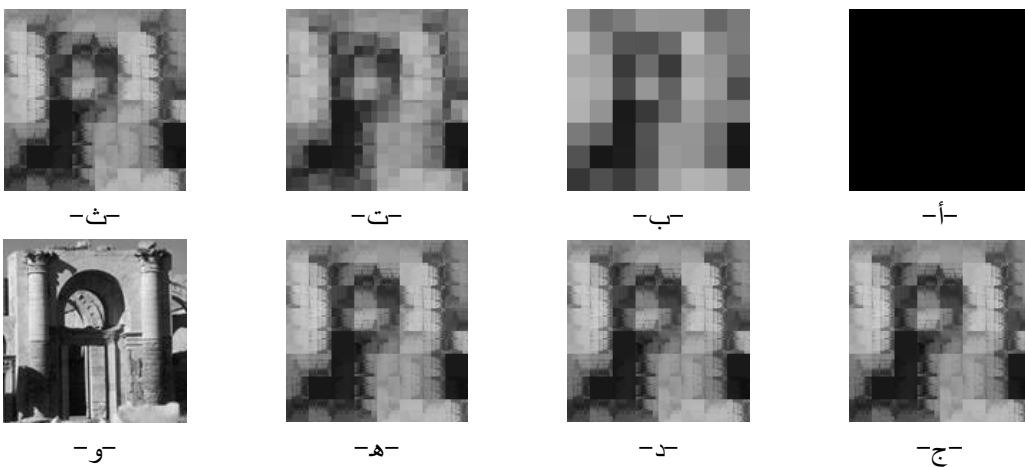
المتغيرات	التقسيمات بحجم 4×4	التقسيمات بحجم 8×8	التقسيمات بحجم 16×16
الوقت المستغرق لعملية الكبس	21.8458	1.6102	0.1388
الوقت المستغرق لعملية فك الكبس	0.1781	0.0596	0.0203
حجم الصورة بعد الكبس	11.2KB	3.2KB	1.27KB
قيمة SNR	18.0724	13.9999	10.3083
قيمة PSNR	32.6460ds	30.4222ds	28.5478ds



الشكل (8): أ- صورة اختيارية، ب- التكرار الأول، ت- التكرار الثاني، ث- التكرار السادس، ج- التكرار الثامن، د- التكرار العاشر، هـ- التكرار الثاني عشر (للتقسيمات بحجم 4×4)، و- الصورة الأصلية.



الشكل (9): أ- صورة اختيارية، ب- التكرار الأول، ت- التكرار الثاني، ث- التكرار السادس، ج- التكرار الثامن، د- التكرار العاشر، هـ- التكرار الثاني عشر (للتقسيمات بحجم 8×8)، و- الصورة الأصلية.



الشكل (10): أ- صورة اختيارية، ب- التكرار الأول، ت- التكرار الثاني، ث- التكرار السادس، ج- التكرار الثامن، د- التكرار العاشر، هـ- التكرار الثاني عشر (للتقسيمات بحجم 16×16)، و- الصورة الأصلية.

**الجدول (5):** نتائج التكرار الأول التي تم الحصول عليها من عملية فك الكبس لصورة رمادية بحجم 128×128 (أثار الحضر)

المتغيرات	التقسيمات بحجم 4×4	التقسيمات بحجم 8×8	التقسيمات بحجم 16×16
الوقت المستغرق لعملية للكبس	7.5068	0.5589	0.0487
الوقت المستغرق لعملية فك الكبس	0.0065	0.0031	0.0018
حجم الصورة بعد الكبس	4.09KB	1.38KB	752 bytes
قيمة SNR	13.2785	10.5487	8.2347
قيمة PSNR	30.2265ds	28.9313ds	27.6315ds

**الجدول (6):** نتائج التكرار الرابع التي تم الحصول عليها من عملية فك الكبس لصورة رمادية بحجم 128×128.

المتغيرات	التقسيمات بحجم 4×4	التقسيمات بحجم 8×8	التقسيمات بحجم 16×16
الوقت المستغرق لعملية للكبس	7.5068	0.5589	0.0487
الوقت المستغرق لعملية فك الكبس	0.0180	0.0065	0.0031
حجم الصورة بعد الكبس	4.09KB	1.38KB	752 bytes
قيمة SNR	18.1710	13.6543	10.3210
قيمة PSNR	32.6223ds	30.4175ds	28.3845ds

**الجدول (7):** نتائج التكرار الثامن التي تم الحصول عليها من عملية فك الكبس لصورة رمادية بحجم 128×128.

المتغيرات	التقسيمات بحجم 4×4	التقسيمات بحجم 8×8	التقسيمات بحجم 16×16
الوقت المستغرق لعملية للكبس	7.5068	0.5589	0.0487
الوقت المستغرق لعملية فك الكبس	0.0437	0.0148	0.0049
حجم الصورة بعد الكبس	4.09KB	1.38KB	752 bytes
قيمة SNR	18.2311	14.0874	10.3948
قيمة PSNR	32.7513ds	30.2829ds	28.4262ds

**الجدول (8):** نتائج التكرار الثاني عشر التي تم الحصول عليها من عملية فك الكبس لصورة رمادية بحجم 128×128.

المتغيرات	التقسيمات بحجم 4×4	التقسيمات بحجم 8×8	التقسيمات بحجم 16×16
الوقت المستغرق لعملية للكبس	7.5068	0.5589	0.0487
الوقت المستغرق لعملية فك الكبس	0.0510	0.0201	0.0086
حجم الصورة بعد الكبس	4.09KB	1.38KB	752 bytes
قيمة SNR	18.2270	14.0783	10.3968
قيمة PSNR	32.7561ds	30.2490ds	28.4249ds

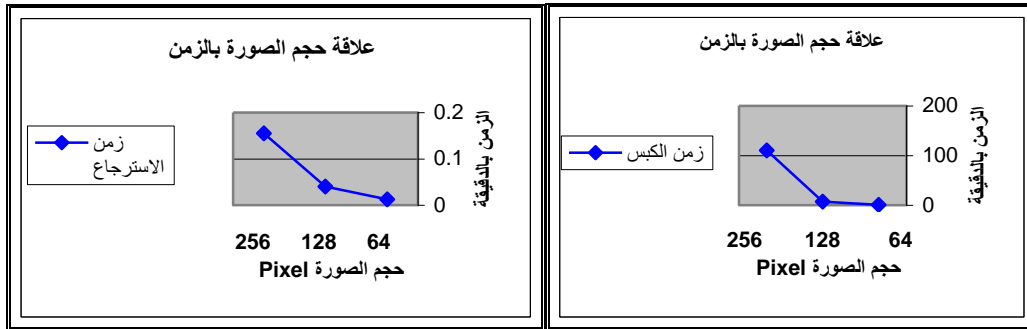
## 11- الاستنتاجات

من خلال النتائج التي تم الحصول عليها يتبين بان أفضل وضوحية للصورة المسترجعة التي تكون تقسيماتها بحجم  $4 \times 4$  للتكرار الثاني عشر وذلك لأنها تعطي نتائج كبس جيدة بالنسبة لبقية التكرارات للتقسيمات ذات الحجم  $8 \times 8$  و  $16 \times 16$  وتبعاً لذلك تكون النتائج التي تم الحصول عليها باستخدام أربعة معايير لقياس نوعية الصورة الناتجة من عملية الكبس.

وبما أن طريقة الكبس باستخدام أنظمة الدالة التكرارية هي من طرائق الكبس بالفقدان لذلك تمتاز هذه الطريقة بنسبة الكبس العالية وهذا ما تم تأكيده من خلال النتائج التي تم الحصول عليها إذ تم الحصول على نسبة جيدة للكبس ونوعية جيدة وواضحة. وهناك عدة عوامل تؤثر على عملية الكبس وهذه العوامل هي:

## 1-11 علاقة الزمن بحجم الصورة:

يقصد بالزمن الوقت المستغرق لعملية كبس الصورة وعملية استرجاعها من الملف المكبوس علماً أن الزمن مقياس بالدقيقة. إن زيادة حجم الصورة يعني زيادة في مساحتها مما يؤدي إلى زيادة عدد الكتل التي يتم مطابقتها ويؤدي إلى زيادة في كل من زمن الكبس وزمن الاسترجاع للصورة وكما هو واضح في الشكل (11).



ب- زمن الاسترجاع

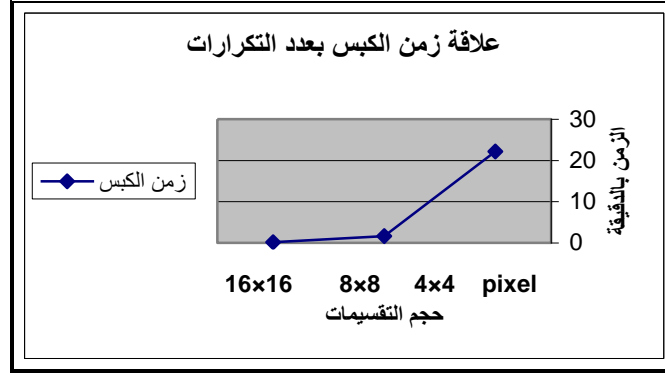
أ- زمن الكبس

الشكل (11): تأثير حجم الصورة على الزمن.

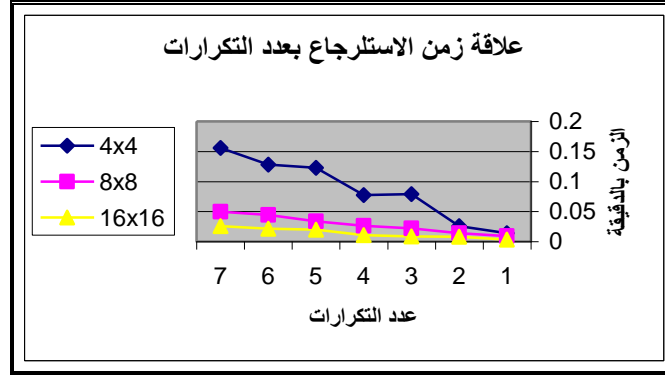
## 2-11 علاقة الزمن بعدد التكرارات:

يقصد بعدد التكرارات عدد مرات استرجاع الصورة من الملف المكبوس لحين الحصول على صورة تكون اقرب ما يمكن من الصورة الأصلية. وتبين أن زمن الكبس لا يتأثر بزيادة عدد التكرارات، في الوقت نفسه يزداد زمن الاسترجاع لزيادة عدد المربعات التي يتم مطابقتها في كل تكرار وهذا ما يبينه الشكل (12).

أ- زمن الكبس



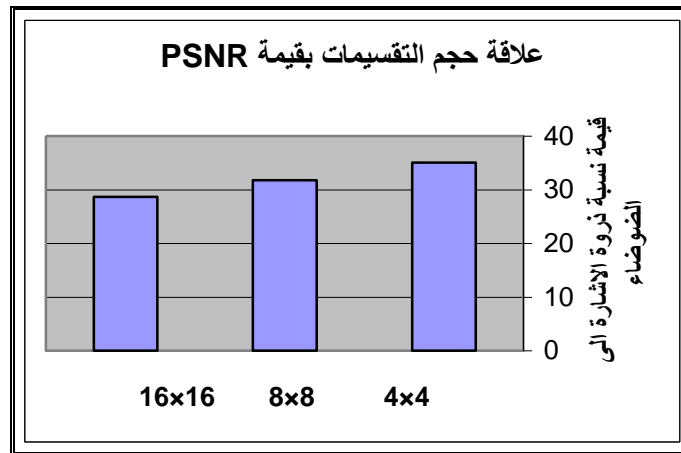
ب- زمن الاسترجاع



الشكل (12): تأثير الزمن على عدد التكرارات.

### 3-11 علاقة حجم التقسيمات بنسبة ذروة الإشارة إلى الضوضاء

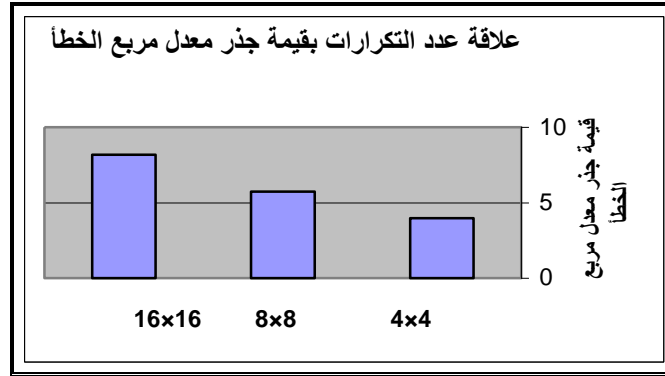
نسبة الإشارة إلى الضوضاء PSNR (تم قياسها بوحدة dB) يمثل مقياساً لوغارتمياً لمعدل مربع الخطأ بين الصورة المسترجعة  $A(x,y)$  من عملية الكبس وبين الصورة الأصلية  $f(x,y)$ ، تكون الصور أفضل عندما يكون مقدار PSNR أعلى، إذ يتم عد الصورة المعاد فتح كبسها على أنها الصورة الرئيسية ويتم اعتماد الخطأ على انه الضوضاء. وتبين انه كلما زادت قيمة PSNR زادت وضوحية الصورة المسترجعة مع زيادة عدد التكرارات وذلك لان كمية الخطأ المحسوب في كل تكرار تقل قيمته وبالتالي يكون تأثيره عكسياً على قيمة PSNR وتم الحصول على النتيجة نفسها للمقياس SNR كما هو مبين في الشكل (13).



الشكل (13): تأثير حجم التقسيمات على قيمة PSNR.

#### 4-11 علاقة عدد التكرارات بجذر معدل مربع الخطأ $e_{rms}$

تبين أنه في حالة اعتماد  $e_{rms}$  يؤدي الحصول على قيمة صغيرة في مصفوفة الخطأ أي أن الصورة المكبوسة ذات مواصفات قريبة من الصورة الأصلية. وذلك لأنه كلما زادت عدد التكرارات قلت كمية الخطأ المحسوب حسب المعادلة (5) وكما هو مبين في الشكل (14).



الشكل (14): تأثير عدد التكرارات على قيمة جذر معدل مربع الخطأ.

والنتائج المدونة في الجدولين (9) و (10) تم حسابها لتقسيمات المدى بحجم 4x4 في التكرار الثاني عشر لكونه اقرب للصورة الأصلية.

الجدول (9): النتائج العملية للتطبيق على صور ملونة بحجم 128x128 .

$e_{rms}$	PSNR	SNR	وقت فك الكبس	وقت الكبس	اسم الصورة
3.9634	35.0435	21.8239	0.1555	22.1164	صورة 1
6.0490	32.4971	18.0479	0.1844	20.0927	صورة 2
4.7387	34.6176	19.5128	0.1589	20.7258	صورة 3
5.9462	32.6460	18.0724	0.1781	21.8458	صورة 4

الجدول (10): النتائج العملية للتطبيق على صور ذات تدرج رمادي بحجم 128x128.

$e_{rms}$	PSNR	SNR	وقت فك الكبس	وقت الكبس	اسم الصورة
3.8685	34.5686	21.9333	0.0526	7.3297	صورة 1
6.0968	32.4287	18.1730	0.0516	6.0716	صورة 2
4.4776	35.0415	19.3695	0.0534	6.9378	صورة 3
5.8713	32.7561	18.2270	0.0510	7.5068	صورة 4

وبما أن طريقة الكبس باستخدام أنظمة الدالة التكرارية هي من طرائق الكبس بالفقدان لذلك تمتاز هذه الطريقة بنسبة الكبس العالية وهذا ما تم تأكيده من خلال النتائج التي تم الحصول عليها حيث تم الحصول على نسبة جيدة للكبس ونوعية جيدة وواضحة. يمكن حساب نسبة الكبس بالطريقة الآتية:

$$\text{نسبة الكبس (Compression Ratio)} = \frac{\text{حجم الملف قبل الكبس}}{\text{حجم الملف بعد الكبس}}$$

الجدول (11): نسبة الكبس للصور الملونة بحجم 128×128.

اسم الصورة	الصورة الأولى	الصورة الثانية	الصورة الثالثة	الصورة الرابعة
نسبة الكبس	4.4037	4.5283	4.4037	4.2857

الجدول (12): نسبة الكبس للصور الرمادية بحجم 128×128.

اسم الصورة	الصورة الأولى	الصورة الثانية	الصورة الثالثة	الصورة الرابعة
نسبة الكبس	4.2607	4.3814	4.3478	4.1565

## 12- التوصيات:

- إن ما تم بناؤه من برمجيات يمكن أن يكون نقطة انطلاق لأفكار وأعمال مستقبلية كما يأتي:
- ◀ يمكن استخدام إحدى تقنيات الكبس لتطوير كفاءة البرنامج لكبس الصور الرقمية.
  - ◀ يمكن استخدام إحدى تقنيات التشفير أو الإخفاء لتشفير أو إخفاء نص أو رسالة ضمن الملف الذي يتم كبسه باستخدام أنظمة الدالة التكرارية لكون الملف الذي يتم كبسه صغير الحجم.



المصادر

- [1] الخياط، باسل يونس ذنون، "مدخل إلى النمذجة الرياضية باستخدام الـ MATLAB"، دار ابن الأثير الطباعة والنشر، 2011 (قيد الطباعة).
- [2] Conci, Aura and A quino, Feliper (2005), "Fractal coding based on image local fractal dimension", Fluminense University, Brazil. Volume 24, N. 1, pp. 83–98.
- [3] Edgar, Gerald and Axler, S. and Ribet, K.A. (2008), "Measure, Topology, and Fractal Geometry", Springer, University of California, USA.
- [4] El-Khamy, Said E., Abdou, Hossam El-Din .M (1992), "Anovel secure image coding scheme using fractal transformation", Alexandria University, Egypt.
- [5] Fisher, Yuval (1995), "Fractal Image Compression Theory and Application", Springer-Verlag, New York.
- [6] Hart, John C., (1995), "Fractal image compression and the inverse problem of recurrent iterated function systems", Washington State University, USA.
- [7] Hassaballah, M., Makky. M. M and Mahdy, Youssef. B, (2005), "A Fast fractal image compression method based entropy", vol. 1, pp.30-40, 2005, South Valley University, Egypt.
- [8] Jacquin, Arnaud E., (1992), "Image coding based on a fractal theory of iterated contractive image transformations", IEEE Transactions on Image Processing, vol. 1, no. 1, 1992.
- [9] Lynch, Stephen (2001), "Dynamical Systems with Applications using MAPLE", Birkhäuser .
- [10] Maharatna, K. and Banerjee, Swapna (2002), "Cordic based array architecture for affine transformation of images", Indian Institute of Technology.
- [11] Paus, Petr (2006), "Computer analysis of fractal sets", Czech-Technical University, Prague, 14-17, pp. 172-176.
- [12] Salomon, David (2007), "Data Compression: Fourth Edition", Springer-Verlag, London, U.K.
- [13] Sankaranarayanan, Viswanath (1998), "Fractal image compression literature survey".
- [14] Suman, Mitra K., C, A, Murthy, Malay K, Kundu and Bhargab B. Bhattacharya (2001), "Fractal image compression using iterated function system with probabilities", Indian Statistical Institute IEEE Transformation on Image Process.
- [15] Umbaugh, Scotte E., (1998), "Computer Vision and image Processing a practical approach using CVIP Tools", Prentice Hall.
- [16] Xiao, Ke, (2004), "Fractal compression and analysis on remotely sensed imagery", Unpublished Ph. D Thesis Louisiana State University.
- [17] Young, Ian T., Gerbrands, Jan J. and Vliet, Lucas J. van (1998), "Fundamentals of Image Processing", Delft University of Technology, Netherlands.